

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 518/2016
(22) Anmeldetag: 15.11.2016
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2019

(51) Int. Cl.: **B22F 7/04** (2006.01)
C22C 19/00 (2006.01)
C22C 38/60 (2006.01)
C23C 24/00 (2006.01)

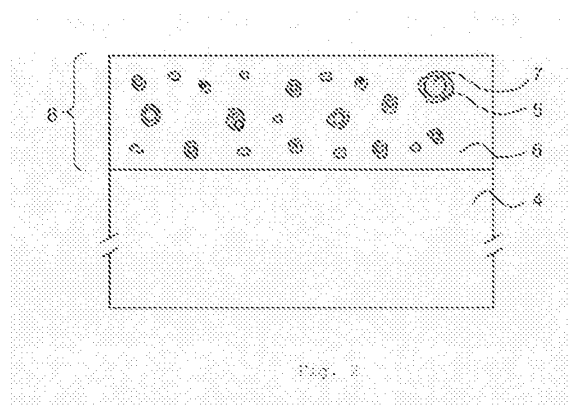
(56) Entgegenhaltungen:
CN 105908049 A
CN 104928611 A
US 2007003693 A1

(73) Patentinhaber:
AC2T research GmbH
2700 Wiener Neustadt (AT)

(72) Erfinder:
Torres Fernandez Hector
2700 Wiener Neustadt (AT)
Rodriguez Ripoll Manel Ing. Dr.
2700 Wiener Neustadt (AT)
Katsich Christian Dipl.Ing.
7452 Kleinmutschen 71 (AT)
Prakash Braham
977 53 Luleá (SE)

(54) **Tribotechnisch vorteilhafte chalkogen- und silberhaltige Schicht zur Reibungs- und Verschleißminimierung sowie Herstellung und Verwendung einer derartigen Schicht**

(57) Die Erfindung betrifft eine schmelztechnisch hergestellte Schicht (8), vorzugsweise Auftragsschicht auf einem Substrat (4), welche sich durch eine Reibungs- und Verschleißminimierung auszeichnet, und deren Verwendung zur Beschichtung von Komponenten eines Tribosystems im Umgebungs- bzw. Bauteiltemperaturbereich von -40 °C bis 1200 °C, vorzugsweise über 400 °C, wobei die erfindungsgemäße Schicht (8) in der Zusammensetzung des aufzutragenden Materials und gegebenenfalls in der Schicht (8) selbst u. a. Chalkogen bzw. Chalkogenverbindungen enthält, die die Diffusion von Silber in der Matrix (6) verhindern und zu einer makroskopischen Verteilung von überwiegend Silber enthaltenden Phasen (7) in der Schicht (8) in dem Sinne führen, dass die Silber enthaltenden Phasen (7) nach gegenseitigen Abständen und charakteristischer Größe (Bereichsvolumen, Hauptabmessung o.ä.) aufgrund unterschiedlicher Auftragsparameter stochastisch angeordnet sind, sodass während der tribologischen Beanspruchung eine geringe Reibung sowie ein geringer Verschleißangriff der derart ausgestatteten Systemkomponenten erzielt werden.



Beschreibung

REIBUNGS- UND VERSCHLEIßMINDERNDE CHALKOGEN- UND SILBERHALTIGE SCHICHT SOWIE HERSTELLUNG UND VERWENDUNG EINER DERARTIGEN SCHICHT

[0001] Die Erfindung betrifft eine schmelztechnisch hergestellte Schicht, vorzugsweise Auftragsschicht auf einem Substrat, welche sich durch eine Reibungs- und Verschleißminderung, insbesondere durch eine ausgeprägte Verschleißfestigkeit im Hochtemperaturbereich, auszeichnet.

[0002] In der folgenden Beschreibung der Aufgabenstellung und deren erfindungsgemäßen Lösung wird insbesondere auf die Terminologie der österreichischen Normen Bezug genommen: ÖNORM M 8120-1:1985 12 01 - „Tribologie; Tribotechnik, Tribosysteme; allgemeine Grundlagen, Begriffsbestimmungen“, ÖNORM M 8120-2:1985 11 01 - „Tribologie; Reibung; Begriffsbestimmungen und Einteilung“ sowie ÖNORM M 8120-3:1987 12 01 - „Tribologie; Verschleiß; Begriffsbestimmungen und Einteilung“.

[0003] Im Speziellen werden durch die gegenständliche Erfindung Beanspruchungskollektive adressiert, bei welchen eine Umgebungstemperatur während der Beanspruchung von -40 °C bis 1200 °C vorliegt, vorzugsweise über 400 °C, und/oder wenigstens einer der interagierenden Körper eine Temperatur von -40 °C bis 1200 °C, vorzugsweise über 400 °C aufweist.

[0004] Um insbesondere unter den genannten Bedingungen bei dem jeweils zugrunde liegenden Tribosystem möglichst geringe Reibung zu erzielen sowie den Verschleißangriff möglichst gering zu halten, werden - wie schematisch in Fig. 1 dargestellt - dem Stand der Technik entsprechend des Öfteren Schichten 3 aus ausgewählten, zumeist metallischen Werkstoffen, als reibungsmindernde oder Verschleißschutz-Schichten, auf den betreffenden, als Substrat 4 verwendeten (Maschinen-)Teilen aufgetragen, oftmals durch ein schmelztechnisches bzw. schweißtechnisches Verfahren, beispielsweise durch Auftragsschweißen.

[0005] Als Auftragsschweißen (engl. Hardfacing oder Cladding) wird das Verfahren einer Schweißung bezeichnet, bei der Material als Oberflächenschutz auf Bauteile aufgetragen wird. Beim Auftragsschweißen werden typischerweise hochwertigere Schichten auf einem qualitativ weniger anspruchsvollen und daher zumeist kostengünstigeren Substrat 4 aufgetragen. Die Dicke der Schichten auf Bauteilen beträgt typischer Weise nicht unter 0,1 bis etwa 3 mm bei einlagiger Auftragung.

[0006] Bei zweilagigen oder mehrlagigen Schichten auf Bauteilen können höhere Schichtdicken erzielt werden und können diese Schichten z. B. auch versetzt aufgetragen werden. Schichten auf Bauteilen dienen - je nach Zusammensetzung und Schichtaufbau - nicht nur als Verschleißschutz und zur Reibungsminimierung in Gleitkontakten, sondern auch als Puffer beim Auftragschweißen einer artfremden Legierung sowie als Korrosionsschutz.

[0007] Schichten auf mechanischen Bauteilen, insbesondere Auftragsschichten, werden z. B. mittels Lichtbogenschweißprozessen, Plasma-Pulver- Auftragsschweißens und zunehmend mittels Laserauftragsschweißens aufgetragen. Bestimmte Auftragsschweißverfahren - insbesondere als Additive Fertigung oder 3D-Druck (engl. Additive manufacturing) bezeichnet - gestatten es, schichtweise mehrlagige Auftragsschichten aufzutragen, sodass auch komplexe dreidimensionale Geometrien aufgebaut werden können.

[0008] Als Schichten auf Bauteilen eignen sich für das bevorzugte Anwendungsgebiet im Hinblick auf die erfindungsgemäße Aufgabenstellung insbesondere Metalle. Vorzugsweise werden aufgrund der guten Verschleiß- und Korrosionseigenschaften und aufgrund entsprechender Hochtemperaturstabilität Eisen-, Nickel- oder Kobaltbasislegierungen eingesetzt. Diese Basislegierungen können mittels intermetallischer und/oder keramischer Hartphasen/Hartstoffe, wie z. B. Boride oder Karbide „verstärkt“, d. h. fester, druckbeständiger und auch verschleißfester gemacht werden.

[0009] Die Gleiteigenschaften von Schichten auf mechanischen Bauteilen können durch Ver-

wendung von silberhaltigen Pulveranteilen, beispielsweise gemäß CN102277018A und CN104087789B, oder festschmierstoffhaltigen Pulvern, z. B. wie bei CN101468394A, verbessert werden. Wie in Fig. 1 schematisch dargestellt, ist unter diesen Gegebenheiten der Verschleißvorrat von solchen Schichten 3, bei welchem vorteilhafte Gleiteigenschaften zufolge der Anwesenheit von Silber erwartet werden können, auf eine vergleichsweise geringe Dicke einer überwiegend Silber enthaltenden Deckschicht 1 beschränkt, was die funktionsbestimmte Lebensdauer stark begrenzt. Bei den genannten Verfahren nach dem bisherigen Stand der Technik und bekannter Zusammensetzung verursacht die mangelnde Mischbarkeit des Silbers in einigen relevanten Legierungen der dergestalt aufgetragenen Schicht 3 durch Entmischen ein Aufschwimmen des Silbers und Bildung einer überwiegend Silber enthaltenden Deckschicht 1 an der Oberfläche der entmischten Zone 2 der Schicht 3 im Zuge des schmelztechnischen Prozesses auf dem Substrat 4, sodass nach dem Auftragsprozess die Volumenanteile des Silbers nicht annähernd homogen über der Schichtdicke in der Schicht 3 verteilt sind.

[0010] Struktur bzw. Aufbau der erfindungsgemäßen Schichten 8 sind in Fig. 2 schematisch dargestellt: In der Zusammensetzung des aufzutragenden Materials bzw. in der hergestellten Schicht 8 führen u. a. die vorhandenen Anteile an Chalkogen bzw. Chalkogenverbindungen zur Bildung von Chalkogen enthaltenden Phasen 5, die gegebenenfalls ihrerseits wieder überwiegend Silber enthaltende Phasen 7 aufweisen können, in der Matrix 6 und zu einer mikroskopischen stochastischen Verteilung von Silber in Form von überwiegend Silber enthaltenden Phasen 7 in der Schicht 8.

[0011] Chalkogenverbindungen sind chemische Verbindungen, die Elemente der Gruppe VI des Periodensystems (derzeit: Sauerstoff, Schwefel, Selen, Tellur, Polonium, Livermorium) enthalten. Beispielsweise können erfindungsgemäß Molybdändisulfid und/oder Wolframdissulfid mit Silber in einer Nickelbasislegierung als Ausgangssubstanz verwendet werden. Dazu kann man erfindungsgemäß auch andere konventionelle Hartstoffpartikelzusätze, wie z. B. Wolframkarbid, hinzufügen.

[0012] In Fig. 3 ist zur näheren Erläuterung der Schicht 8 bzw. der Schichtstruktur ein Schliffbild von einer erfindungsgemäß ausgeführten Schicht 8 wiedergegeben.

[0013] Schichten 8 gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten als wesentliche Trägersubstanz (Matrix) 6 einen metallischen Werkstoff, z. B. als Legierung oder Erschmelzung eines vorlegierten Metallpulvers, der mindestens ein Chalkogen bzw. eine Chalkogenverbindung enthält, wobei der Anteil an Chalkogenverbindung 0,1 bis 25 Massen-%, vorzugsweise 5 bis 15 Massen-% beträgt, und weiters 0,1 bis 25 Massen-%, vorzugsweise 0,2 bis 10 Massen-%, Silber. Die erfindungsgemäße Schicht 8 kann mittels Pulver, Draht oder einen vergleichbaren Zusatzwerkstoff als Vormaterial gemäß an sich bekannten schmelztechnischen Verfahren auf ein Substrat 4 unter Einwirkung einer Wärmequelle aufgetragen werden. Die resultierende erfindungsgemäße Schicht 8 hat eine inhomogene Mikrostruktur, die charakterisiert ist durch die Präsenz von verteilten Werkstoffbereichen mit Chalkogen enthaltenden Phasen 5, die Einschlüsse aus überwiegend Silber enthaltenden Phasen 7 aufweisen. Diese Phasen 7 sind makroskopisch verteilt (Fig. 3) in dem Sinne, dass sie nach gegenseitigen Abständen und charakteristischer Größe (Bereichsvolumen, Hauptabmessung o.ä.) aufgrund unterschiedlicher Auftragsparameter stochastisch angeordnet sind. Der auf diese Weise gestaltete Verbundwerkstoff ist damit wohl mikroskopisch inhomogen, erscheint jedoch makroskopisch homogen (Quasi-Homogenität, siehe H. Zeilinger, in VDI-Berichte; 563, Mai 1985; 1-11; VDI-Tagung "Konstruieren mit Verbund- und Hybridwerkstoffen", Fellbach, 07.- 08.05.1985). Einschlüsse aus überwiegend Silber enthaltenden Phasen 7 haben eine bevorzugte Größe von 0,5 bis 1000 µm, wobei einzelne kleine und/oder größere Einschlüsse aus Silber aus Werkstoff- bzw. prozesstechnischen Gründen möglich sind.

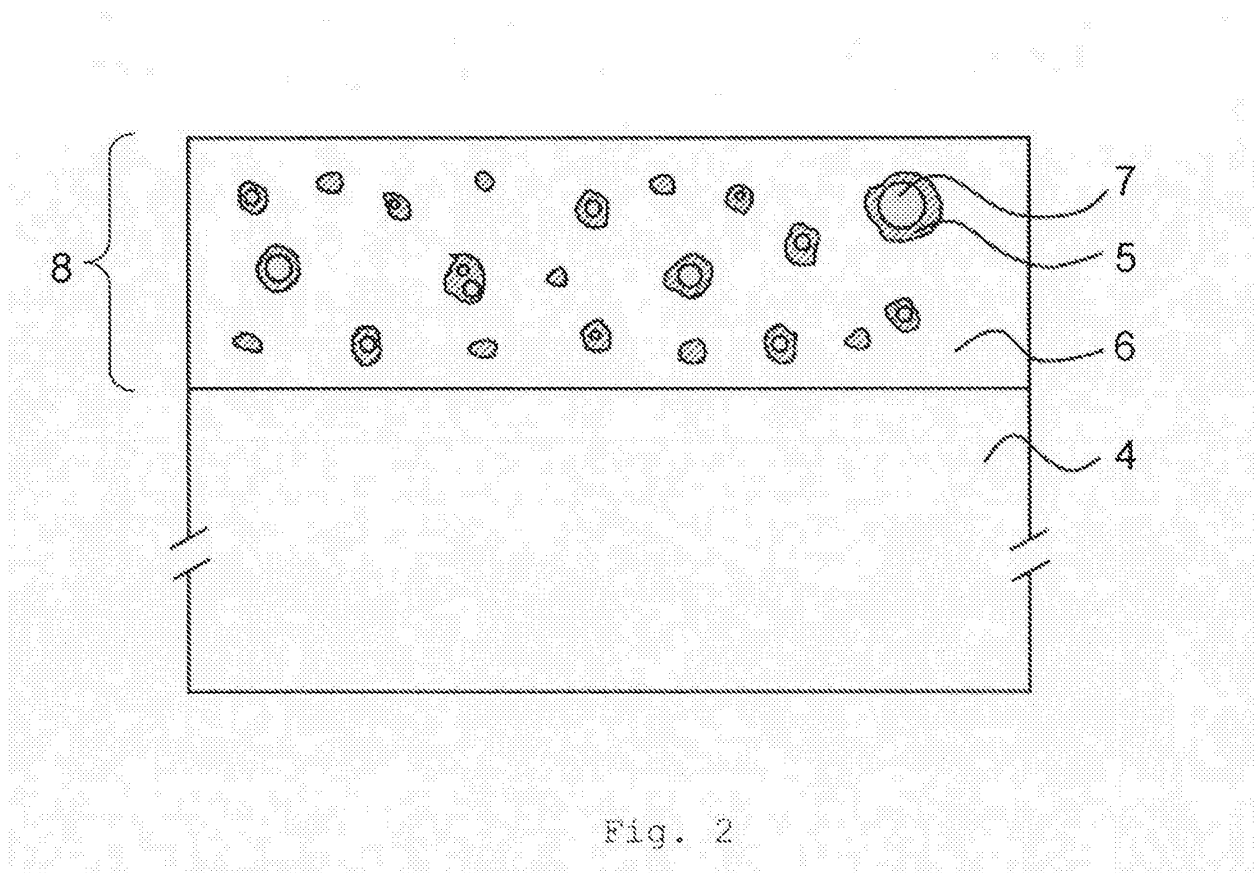
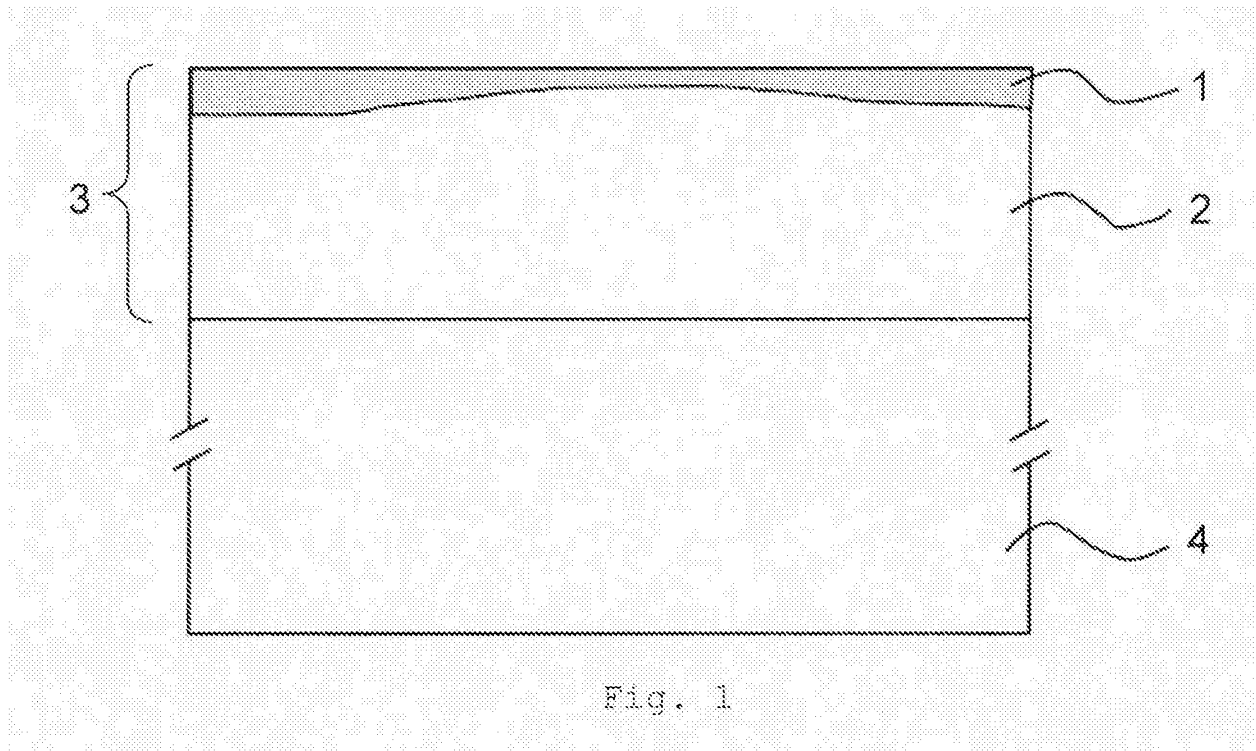
[0014] Erfindungsgemäße Schichten 8 unterscheiden sich von konventionellen Schichten 3 durch gezielte Verwendung von wenigstens einem Chalkogen bzw. einer Chalkogenverbindung in der Zusammensetzung vom Vormaterial, um überwiegend Silber enthaltenden Phasen 7 in der beschriebenen Art in der Matrix 6 stochastisch verteilt zu erreichen.

Patentansprüche

1. Schmelztechnisch hergestellte metallische Schicht (8) mit reibungs- und verschleißmindernden Eigenschaften, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schicht (8) vorwiegend aus einer metallischen Matrix (6) besteht, in welcher 0,1 bis 25 Massen-% (vorzugsweise 5 bis 15 Massen-%) Chalkogen enthaltende Phasen (5) und 0,1 bis 25 Massen-% überwiegend Silber enthaltende Phasen (7) (vorzugsweise 0,2 bis 10 Massen-%) und optional andere Legierungselemente stochastisch verteilt vorhanden sind, wobei überwiegend Silber enthaltende Phasen (7) teilweise oder gänzlich jeweils von mindestens einer Chalkogen enthaltenden Phase (5) im Wesentlichen umschlossen sind.
2. Schicht (8) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass Nickel als Basiselement für die Matrix (6) vorhanden ist.
3. Schicht (8) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Legierungselement aus der Gruppe Silizium mit bis zu 12 Massen-%, Bor mit bis zu 5 Massen-%, Chrom mit bis zu 35 Massen-%, Aluminium mit bis zu 10 Massen-% oder Eisen mit bis zu 10 Massen-% als Legierungselemente für das Basiselement Nickel der Matrix (6) vorhanden sind.
4. Schicht (8) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass Eisen als Basiselement für die Matrix (6) vorhanden ist und dieses vorzugsweise in Form von ferritischem, austenitischem oder martensitischem Gefüge vorliegt, optional mit Cr als weiteren Zusatz im jeweiligen Gefüge.
5. Schicht (8) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass Kobalt als Basiselement für die Matrix (6) vorhanden ist.
6. Schicht (8) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Legierungselement der Gruppe Silizium mit bis zu 15 Massen-%, Bor mit bis zu 10 Massen-%, Chrom mit bis zu 35 Massen-%, Nickel mit bis zu 20 Massen-%, Wolfram mit bis zu 30 Massen-%, Molybdän mit bis zu 30 Massen-% und Eisen mit bis zu 10 Massen-% als Legierungselemente für das Basiselement Kobalt der Matrix (6) vorhanden sind.
7. Schicht (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dieser Schicht (8) mindestens ein Chalkogenid in Form von zumindest einer der Verbindungen Molybdändisulfid, Molybdändiselenid oder Molybdäntellurid vorliegt, optional als Verbindungen mit anderen Übergangsmetallen.
8. Schicht (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dieser Schicht (8) mindestens ein Chalkogenid in Form von zumindest einer der Verbindungen Wolframdisulfid, Wolframdiselenid oder Wolframditellurid vorliegt.
9. Schicht (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass diese einlagig oder mehrlagig oder auch in dem Sinne, dass bezogen auf die ursprüngliche Substratfläche die Schicht partiell mehrlagig oder lateral in unterschiedlicher Lagenzahl differenziert, ausgeführt ist, jeweils optional auch auf gekrümmten Flächen.
10. Verfahren zur Herstellung einer Schicht (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schicht (8) mittels PTA-Verfahrens (Plasma Transfer Arc) aufgetragen wird.
11. Verfahren zur Herstellung einer Schicht (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schicht (8) mittels induktiven Einschmelzvorganges aufgetragen wird.
12. Verfahren zur Herstellung einer Schicht (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schicht (8) mittels eines Laserstrahlverfahrens aufgetragen wird.

13. Verfahren zur Herstellung einer Schicht (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schicht (8) mittels eines Lichtbogenschweißverfahrens aufgetragen wird.
14. Verfahren zur Herstellung einer Schicht (8) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schicht (8) mittels eines Pulvers als Vormaterial aufgetragen wird.
15. Verfahren zur Herstellung einer Schicht (8) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schicht (8) mittels eines Drahtes in Form eines Volldrahtes oder Fülldrahtes als Vormaterial aufgetragen wird.
16. Verwendung einer Schicht (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 für Anwendungen mit Bauteiltemperaturen zwischen -40 bis 1000 °C, vorzugsweise 200° bis 800 °C.
17. Verwendung einer Schicht (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 in einem technischen System mit unter gegenseitiger Krafteinwirkung und Relativbewegung befindlichen Körpern (Tribosystem), wobei mindestens einer dieser Körper an seiner Reibfläche mit einer Schicht (8) versehen ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen



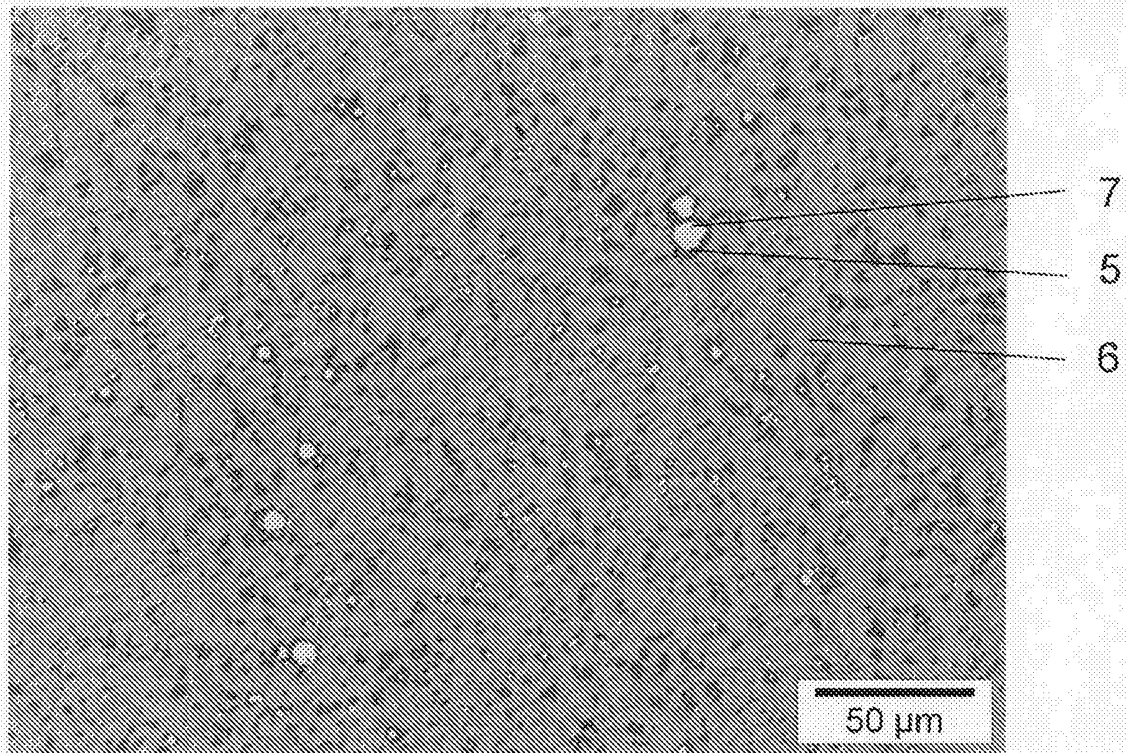


Fig. 3